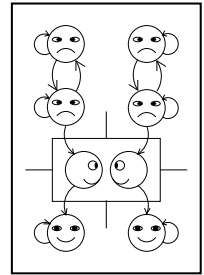


Technische Universität Ilmenau

Fakultät für Informatik und Automatisierung  
Institut Technische Informatik und Ingenieurinformatik  
Fachgebiet Integrierte Kommunikationssysteme



# Seminaraufgaben

zur Lehrveranstaltung

## Integrierte Hard- und Softwaresysteme 1

(Ausgabe April 2014)

Dr.-Ing. Heinz-Dietrich Wuttke

Dr.-Ing. Karsten Henke

1. Wiederholung
2. Partielle, nichtdeterminierte Funktionen
3. Minimierungsverfahren
4. Strukturbeschreibung, Hasards
5. Partielle, nichtdeterminierte Automaten
6. Struktursynthese sequentieller Automaten
7. Automatenetze
8. Empfohlene Literatur
9. Karnaugh-Pläne zum Üben

# Wiederholung

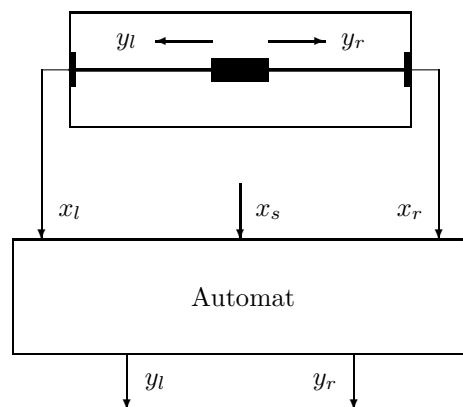
1. Gegeben ist folgende logische Gleichung:

$$y = \overline{x_3(x_1 \vee x_0)} \wedge \overline{x_2(x_1 \vee x_0)} \wedge \overline{x_3 x_2(x_1 \vee x_0)}$$

- Stellen Sie die Wertetabelle auf !
- Minimieren Sie über Karnaugh !
- Minimieren Sie durch werteverlaufgleiches Umformen !

2. Entwerfen Sie ein Steuerwerk auf der Basis von D-Flip-Flops, das folgenden Ablauf realisiert:

*Auf der Spindel einer Werkzeugmaschine kann sich ein Werkzeugschlitten nach rechts und nach links bewegen. Endschalter liefern der Steuerung Informationen über die rechte und die linke Endposition des Schlittens ( $x_r, x_l$ ). Der Antrieb kann über die binären Steuerungsausgänge  $y_r$  und  $y_l$  zwischen Ruhe sowie Rechts/Links-Lauf gesteuert werden. Eine externe Taktvariable  $x_s$  signalisiert der Steuerung statisch Ruhe ( $x_s = 0$ ) oder Bewegung ( $x_s = 1$ ). Nach einer eventuellen Ruhepause soll die Bewegung in der ursprünglichen Richtung fortgesetzt werden.*

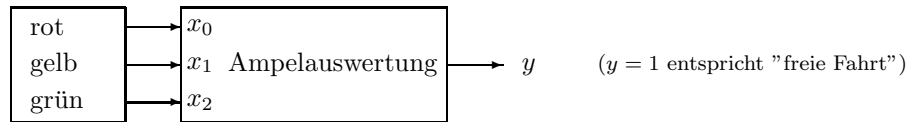


Gesucht sind:

- der Automatengraph
- die Gleichungen für die Zustandsüberföhrungsfunktion  $\delta(X, Z)$
- die Ausgabefunktion  $\lambda(X, Z)$
- Überprüfung auf Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit  
Gegebenenfalls sind unvollständige Zustände an den Eigenkanten zu vervollständigen.
- die schaltungstechnische Realisierung mit D-Flip-Flops

# Partielle, nichtdeterminierte Funktionen

- Erstellen Sie eine Wertetabelle für die Ampelauswertung !



- Ermitteln Sie aus der Wertetabelle der Ampelsteuerung die BOOLEschen Gleichungen in KDNF, KKNF, KNANF und KNONF unter Angabe von  $h^*$  !
- Untersuchen Sie folgende Ausdrücke  $h_i(x)$  und  $h_j(x)$  auf Werteverlaufsgleichheit bezüglich  $h^*$  !  
Führen Sie den Nachweis über
  - werteverlaufsgleiche Umformung
  - Wertetabelle
  - Belegungsmengen

$h_i(x)$	$h_j(x)$	$h^*(x)$
$(x_1 \rightarrow x_0) x_0$	$\overline{x_1}$	0
$\overline{x_2}$	$\overline{x_2} x_1 \vee \overline{x_2} x_0$	$\overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_2 \overline{x_0}$
$x_2 x_0 \vee x_1 x_0$	$\overline{x_1} \vee x_2$	$\overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_2 \overline{x_0}$

- Ermitteln Sie alle Varianten von  $g$ -Parameter-Ausdrücken für die Lösungsmenge einer Belegung  $X_k$ 
  - $\lambda(X_k) = \{Y_1, Y_2, Y_3\}$  mit  $y = [y_1, y_0]$
- Die Lösungsmenge einer Belegung  $X_k$  betrage
  - $\lambda(X_k) = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_{11}\}$  mit  $y = [y_3, y_2, y_1, y_0]$
  - $\lambda(X_k) = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_{11}, Y_{15}\}$  mit  $y = [y_3, y_2, y_1, y_0]$

Ermitteln Sie die  $g$ -Parameter Ausdrücke.

- Lösen Sie folgende implizite BOOLEsche Gleichungen nach  $y$  bzw.  $y_1$  und  $y_0$  auf !

- $x_2 x_1 y \vee \overline{x_1} x_0 \vee x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} y = \overline{y} \vee x_1 \overline{x_0} \vee x_2 x_1 x_0$

- $x_2 x_1 y \vee \overline{x_1} x_0 = \overline{y} \vee x_1 \overline{x_0} \vee x_2 x_1 x_0$

- $\overline{x_0} y_1 \vee x_1 \overline{y_0} \vee \overline{x_1} y_1 y_0 \vee x_1 x_0 \overline{y_1} = \overline{x_1} (y_1 \rightarrow \overline{x_0} \overline{y_0}) \vee y_1 y_0 (x_1 \vee x_0) \vee \overline{x_0} \overline{y_1} \overline{y_0}$

Diskutieren Sie die Lösungsmengen und ermitteln Sie ggf. die  $g$ -Parameter-Ausdrücke.

# Minimierungsverfahren

1. Minimieren Sie unter Einbeziehung von  $h^*$  die Funktion  $y$  mit Hilfe des Verfahrens nach "Karnaugh" !

$$\bullet y = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_4} \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1 x_0 \vee \overline{x_4} x_3 x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 x_0 \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_4 \overline{x_3} x_2 x_1 x_0 \vee x_4 x_3 x_2 x_1 x_0$$

$$\bullet h^* = \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1 \overline{x_0} \vee \overline{x_4} x_3 x_2 x_1 \overline{x_0} \vee \overline{x_4} x_3 x_2 x_1 x_0 \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} x_0 \vee x_4 x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_4 x_3 \overline{x_2} x_1 x_0 \vee x_4 x_3 x_2 \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_4 x_3 x_2 \overline{x_1} x_0$$

2. Minimieren Sie die Funktion  $y$  mit Hilfe der Verfahrens nach "Karnaugh" und "Quine McCluskey" !

$$\bullet y = k_0(x) \vee k_1(x) \vee k_6(x) \vee k_8(x) \vee k_{12}(x) \vee k_{15}(x)$$

$$\bullet h^* = k_2(x) \vee k_4(x) \vee k_7(x) \vee k_9(x) \vee k_{14}(x)$$

$$\bullet \text{mit } x = [x_3, x_2, x_1, x_0]$$

3. Minimieren Sie die durch ihre Belegungsmengen definierte Funktion  $y_k$  mit Hilfe des Verfahrens nach "Kasakow" !

$$\bullet X^k = \{X_3, X_{15}, X_{17}, X_{18}, X_{23}, X_{30}, X_{31}\} \quad \rightsquigarrow \quad I^1 = \{3, 15, 17, 18, 23, 30, 31\}$$

$$\bullet \overline{X^k} \setminus X^* = \{X_6, X_{11}, X_{22}, X_{26}, X_{27}\} \quad \rightsquigarrow \quad I^0 = \{6, 11, 22, 26, 27\}$$

$$\bullet \text{mit } x = [x_4, x_3, x_2, x_1, x_0]$$

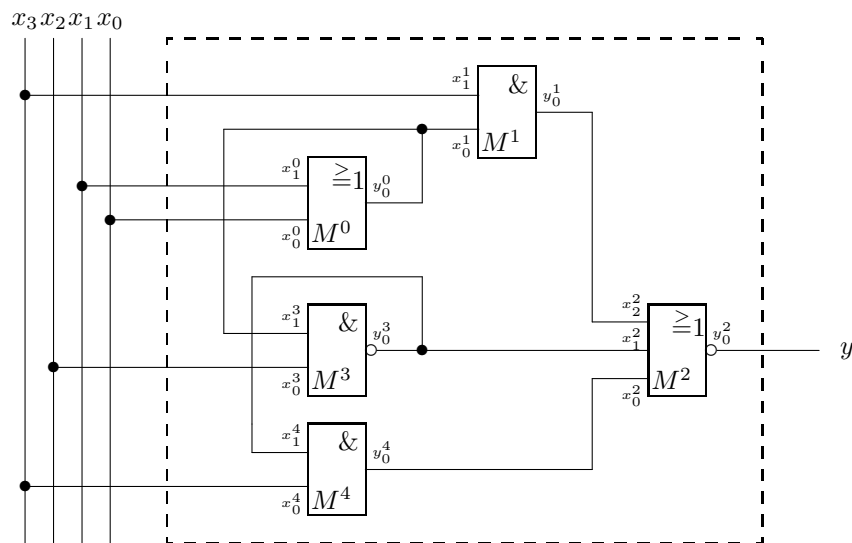
# Strukturbeschreibung, Hasards

1. Beweisen Sie mit Hilfe impliziter Gleichungen, daß

- Antivalenz,
- AND und
- logisch 1

ein Basissystem bilden.

2. Gegeben ist die folgende Struktur:



- Geben Sie die Koppelfunktionen  $\kappa$  an.
- Sind folgende Modulverkettungen in dieser Struktur enthalten:  
 $M^0 \neq M^2$ ,  $M^0 \vdash M^4$ ,  $M^0 \neq M^4$ ,  $M^4 \neq M^0$ ,  $M^3 \vdash M^4$
- Handelt es sich bei dieser Struktur um eine kombinatorische oder eine sequentielle Struktur?

Begründen Sie Ihre Aussage.

3. Minimieren Sie die Funktion  $y_1$  und ermitteln Sie eine kombinatorische Struktur unter Verwendung von AND-, OR-, NOT-, NAND- und NOR-Gattern.

- $y_1 = k_0 \vee k_1 \vee k_4 \vee k_6 \vee k_7 \vee k_8 \vee k_9 \vee k_{12} \vee k_{14} \vee k_{15}$
- mit  $x = [x_3, x_2, x_1, x_0]$

4. Analysieren Sie die unter Aufgabe 3 entworfene Struktur auf Hasards. Diskutieren Sie Möglichkeiten zu deren Eliminierung.

5. Gegeben ist folgende, aus  $y_{1_{min}}$  von Aufgabe 3 abgeleitete Funktion:

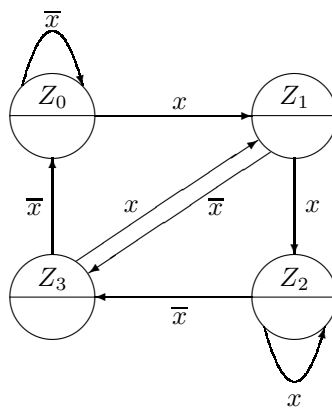
- $y_2 = y_{1_{min}}(\overline{x_2} \vee x_1)$

Interpretieren Sie diese Funktion strukturell und analysieren Sie sie auf Strukturhasards.

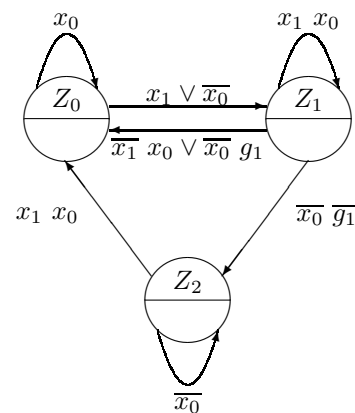
# Partielle, nichtdeterminierte Automaten

- Stellen Sie für den Automatengraphen A die expliziten  $z$ -Gleichungen auf und minimieren Sie diese.  
Vertauschen Sie die Zustandsbezeichner  $Z_2$  und  $Z_3$ . Wiederholen Sie obige Operationen und diskutieren Sie beide Lösungen.
- Bestimmen Sie für den Automatengraphen B die  $h_i^*(x)$ -Ausdrücke und den daraus zu ermittelnden Ausdruck  $h^*(x, z)$ , der zur Gewährleistung der Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit der funktionellen Notation notwendig ist.

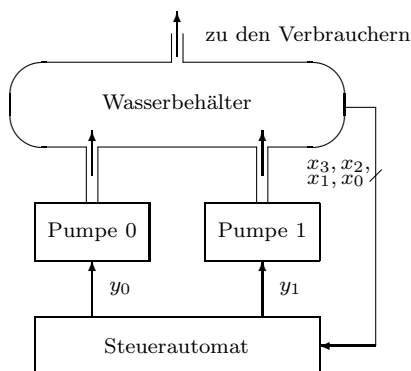
Automatengraph A



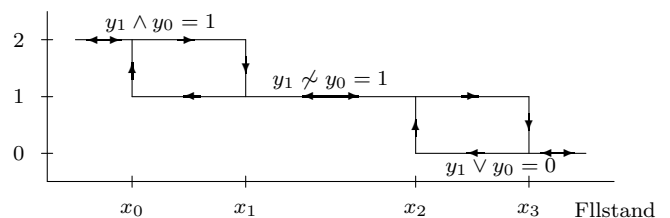
Automatengraph B



- Entsprechend der angegebenen technologischen Skizze sollen die Pumpen 0 und 1 einen Wasserbehälter füllen. Das Verhalten der Verbraucher ist nicht bekannt.  
Die vier Sensoren  $x_0$  bis  $x_3$  sprechen jeweils bei Überschreitung eines bestimmten Wasserstandes statisch an.  
Die Pumpen sollen entsprechend dem angegebenen Diagramm arbeiten, wobei die Schalthäufigkeit der Pumpen gleich sein soll. Um ein "Flattern" der Pumpen zu vermeiden, ist das angegebene Hystereseverhalten zu realisieren.  
Entwerfen Sie die Funktion des Steuerautomaten als Automatengraphen.

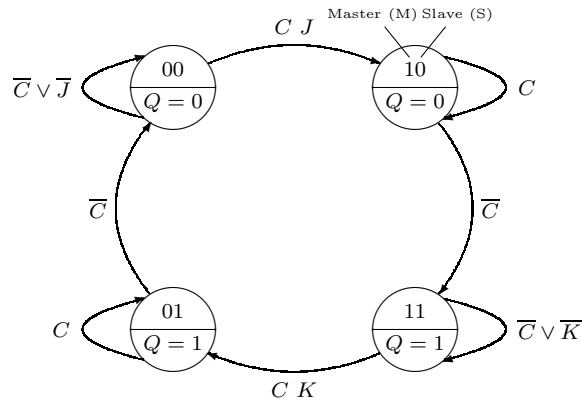


Anzahl der aktiven Pumpen



# Struktursynthese sequentieller Automaten

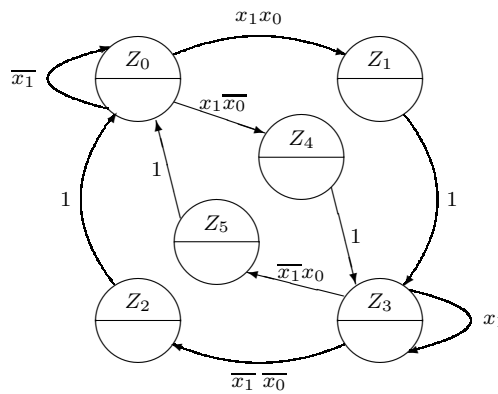
- Das Verhalten eines JK-Master-Slave-Flip-Flops lässt sich durch folgenden Automatengraphen beschreiben:



Geben Sie dazu den abstrahierten Automatengraphen, die Schaltfolgetabelle und das Impulsdiagramm an.

Diskutieren Sie die Wirkung von Störimpulsen auf den J- und K-Leitungen.

- Gegeben ist folgender Automatengraph:



Ermitteln Sie unter Einbeziehung von  $h^*$

- die Ansteuergleichungen für D-Flip-Flops
- die Ansteuergleichungen für JK-Flip-Flops

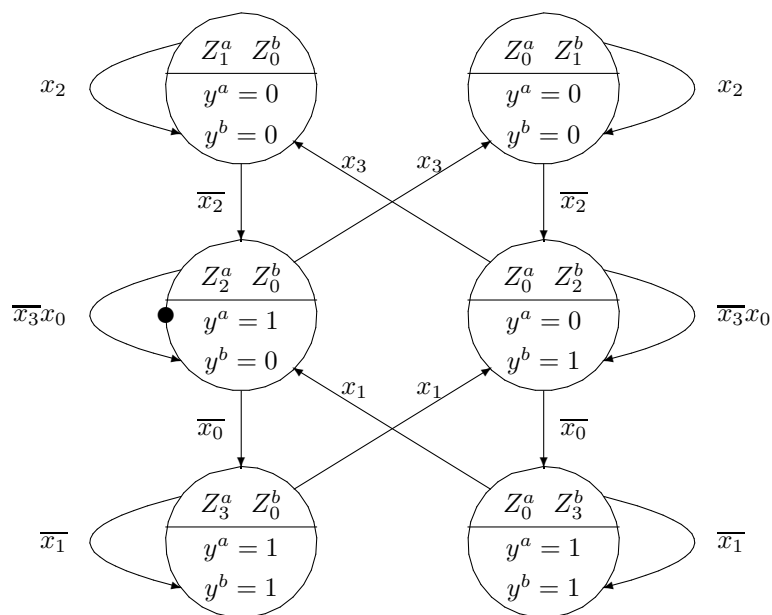
Analysieren Sie das Verhalten der Schaltung für die Zustandskodierungen, die im  $h^*$ -Ausdruck als "verboten" angenommen wurden.

# Automatennetze

1. Dekomponieren Sie den Automatengraph der Pumpensteuerung so in zwei Automaten, daß
  - jeder Automat eine Pumpe "bedient".

**Hinweis:**

Es ist sinnvoll, bei der Herleitung der Teilgraphen  $G^a$  und  $G^b$  zunächst nur Gewichte von Übergangskanten zu betrachten, da sich die Eigenschleifengewichte als komplementäre Ausdrücke nach den Regeln der Vollständigkeit implizit ergeben.



Ermitteln Sie unter Einbeziehung von  $h^*$ :

- die Ansteuergleichungen für D-Flip-Flops
- die Ausgabegleichungen

für die jeweiligen Teilgraphen.

2. Dekomponieren Sie den Automatengraph der Pumpensteuerung so in zwei Automaten, daß
  - ein Automat die Anzahl der zu steuernden Pumpen in Abhängigkeit vom jeweiligen Druckpegel überwacht (Automat  $p$ ),
  - der zweite Automat die "gerechte" Verteilung der Pumpenaufträge (Schalthäufigkeit) steuert (Automat  $v$ ).



# Literaturliste zur Lehrveranstaltung

## ”Integrierte Hard- und Softwaresysteme 1”

- H.-D. Wuttke; K. Henke** Schaltsysteme – Eine automatenorientierte Einführung,  
Pearson-Education Deutschland,  
1. Auflage,  
München 2003
- H.-J. Zander** Logischer Entwurf binärer Systeme,  
Verlag Technik,  
Berlin 1992
- S. Hentschke** Grundzüge der Digitaltechnik,  
Teubner-Verlag,  
Stuttgart 1988
- Informatik-Duden** Duden-Verlag,  
Mannheim, Wien, Zürich 2002
- H.-D. Wuttke; K. Henke** Arbeitsblätter zur Lehrveranstaltung  
”Rechnerorganisation”,  
TU Ilmenau, Fakultät IA,  
Ilmenau 2013,  
<http://www.tu-ilmenau.de/iks>
- H.-D. Wuttke; K. Henke** Arbeitsblätter zur Lehrveranstaltung  
”Integrierte Hard- und Softwaresysteme 1”,  
TU Ilmenau, Fakultät IA,  
Ilmenau 2014,  
<http://www.tu-ilmenau.de/iks>

